

コンサートホールにおける側壁の傾斜と室内音場の関係

40084 武田大輔

1. 研究の背景と目的

室内音響効果が重視される大空間では、基本的な室形や室容積が決定される基本設計の段階において十分な音響上の配慮が必要である。ホールのような大きな室では直接音に1次反射音を加味した初期音の分布が音響上特に重要であり、平面形の検討においては側壁からの水平方向の反射音について入念に検討される。

本論で着目している側壁の傾斜については、1次反射音を客席に落とす・フラッターエコーを防止するという効果を得るために壁面全体を客席側に少し内傾させる、という見解が一般的にはある。しかし、傾斜角度や傾斜する位置という具体的な条件については定量的な評価が十分になされてはいない。

本研究では、側壁の傾斜の角度・位置の違いによって分類される様々な形のホールにおける聴感指標を、幾何音響シミュレーションによって算出し定量的に評価することによって、側壁の傾斜と室内音場の関係について一般性のある知見を得ることを目的とした。

2. 研究方法

2.1 解析対象

Fig.1 に示すシューボックス型のホールを基本形 (TYPE R) とし、Fig.2 に横断面 (x 軸に垂直な平面) で示す側壁を傾斜させたホールを解析対象とした。

全てのタイプで客席床・客席後方壁は吸音性 ($\alpha=0.71$)、その他の面は反射性 ($\alpha=0.05$) とした。TYPE R の Eyring による残響時間は2.54秒である。

2.2 研究手法

解析には幾何音響シミュレーションソフトウェア CAAT-Acoustic v8.0 を用いた。

舞台中央の無指向性点音源と受音点列(2m間隔で85点)の配置により、C80, Lf, G, EDT, T30 を算出した。

3. 結果と考察

3.1 聴感指標にみられる特徴

<C80 について>

TYPE I、TYPE IL では、全座席についての平均値をみると、角度に比例して値が増大している。逆に、TYPE O、TYPE OL では角度の増加に伴い、値は減少した。TYPE IH、TYPE OH ではあまり値が変化しないこと、TYPE I と TYPE IL ではほぼ同程度の効果が現れていることを考慮すると、側壁の内傾による1次反射音に対する効果は側壁の下部での反射によるところが大きい、と考えられる。

TYPE T では、天井高が高いほど値が減少した。

<Lf について>

TYPE O、TYPE OL で値の分布の傾向がTYPE R とは

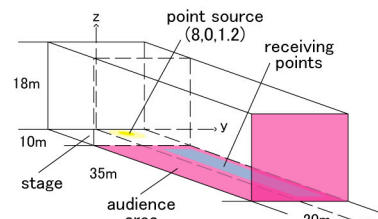


Fig.1 TYPE R

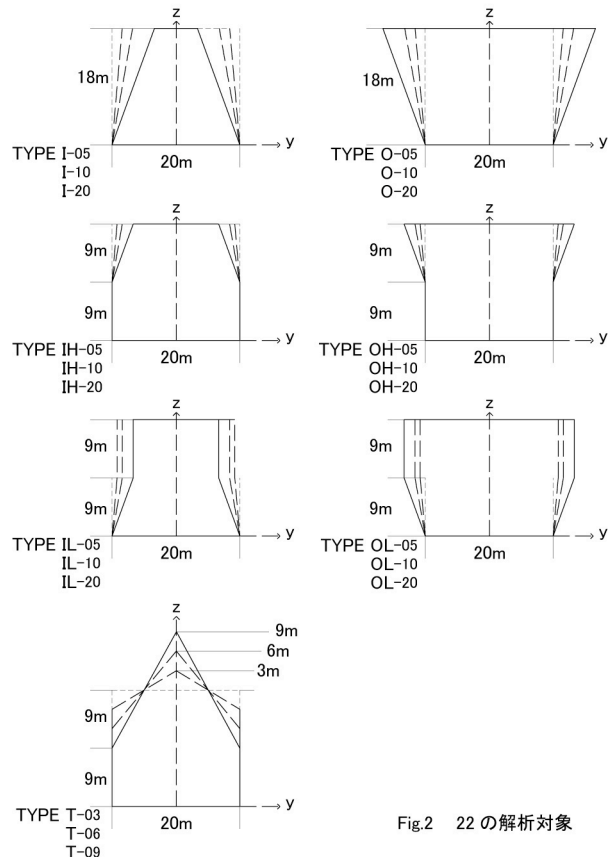


Fig.2 22の解析対象

大きく異なり、また傾きによって分布の傾向に変化がみられた。TYPE R では10m前後で大きな値をとってから、後方へ移るにしたがって減少していくが、この2つのタイプでは、10°においては、10m前後の距離で座席によってはTYPE Rよりも極端に小さな値をとり、ばらつきが大きくなる。さらに20°においては全域に渡って値が小さくなり、分布としては距離とともに値が大きくなる傾向がみられるようになる。TYPE O-10 についての平面における分布を見ると、側壁近くの座席では高い値を保っているのに対し中央付近の座席では著しく減少していることが分かる。

TYPE T では客席後方においてTYPE Rよりも大きい値をとる。この傾向は天井高が高くなるにしたがって強くなっている。

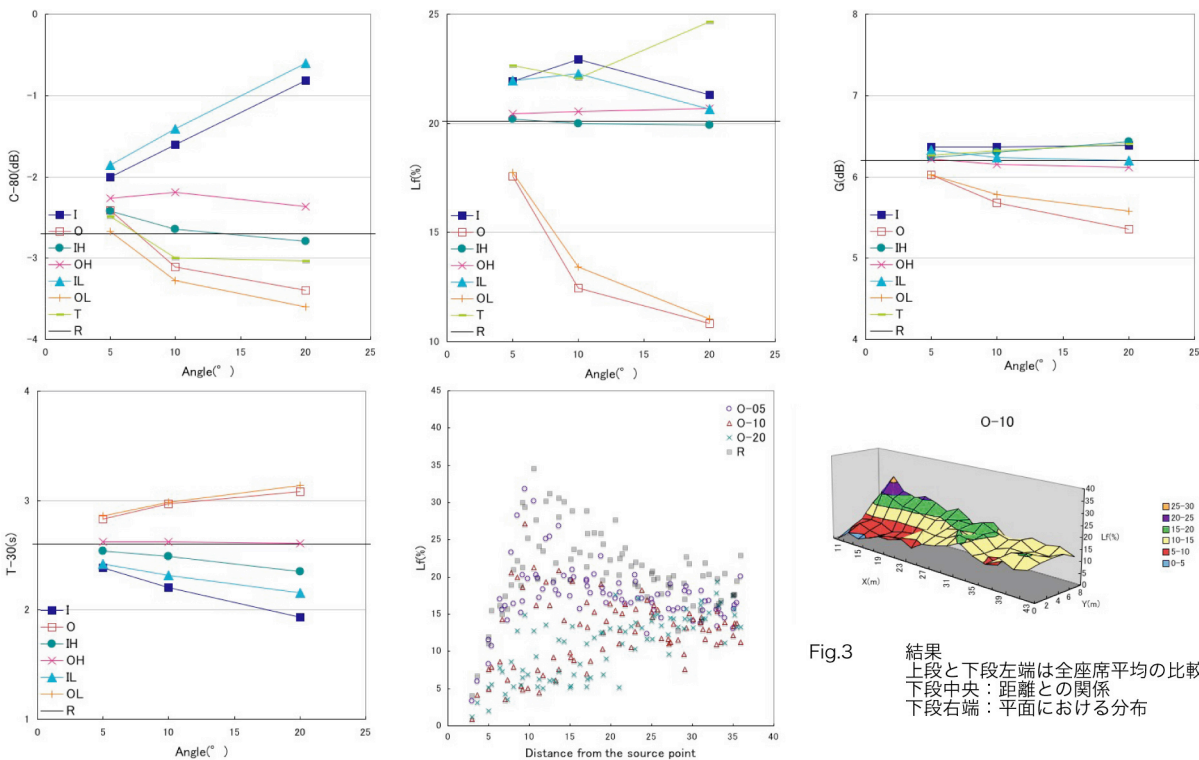


Fig.3 結果
 上段と下段左端は全座席平均の比較
 下段中央：距離との関係
 下段右端：平面における分布

<G について>

TYPE O、TYPE OL で、全距離をとおして値が減少した。
 TYPE I、TYPE IL で、わずかではあるが、前方で値が大きくなり後方で値が小さくなった。すなわち、距離に比例した値の低下の傾向がより強くなったと言える。

<EDT、T30 について>

全体的にほぼ室容積の変化に対応した変化が見られた。
 EDT と T30 では同様の傾向が見られるが、T30 の方が顕著に現れた。以下では、T30 について考察する。

TYPE O、TYPE OL では値が大きくなる傾向があるのに対して、TYPE OH では、傾斜角度の増大（室容積の増大）に対応して値は増加せず、ほぼ一定を保った。TYPE IH についても同様に角度による変化は見られなかった。

TYPE T に関しては天井高が高くなるにしたがって値が小さくなる傾向がみられた。

3.3 各タイプに現れた特徴の整理

TYPE I、TYPE IL とともに C80 の値が増加し、一般的に考えられているとおり内傾によって有効な 1 次反射音が客席に落ちることが分かった。

TYPE O、TYPE OL では、C80、Lf、G 全てについて値が減少した。さらに室中央と側壁周辺とで値に差が出る傾向がある。

TYPE IH、TYPE OH では、傾斜に関わらずほとんど変化がない、という特徴がみられた。これに関しては特に残響時間についてが象徴的である。

TYPE T の結果に関しては直感的には理解しづらい。

3.2 傾斜によって現れた特徴の整理

<角度について>

どの形においても概ね角度に比例して効果が大きくなった。しかし外向きの傾斜では特定の角度に依存した特徴が現れた。

<傾斜の向き（内・外）について>

内向きについては側壁下部で有効な 1 次反射音を客席に返す。外向きについては 1 次反射音が有効には得られない。

<傾斜の位置について>

全体の傾斜と下部のみの傾斜では同等な効果が現れた
 上部のみの傾斜は室内音場にあまり影響を与えない。
 TYPE T では天井高が高いと、残響時間が短くなる。

4. まとめ

本研究で検討した 22 の類型だけで側壁の傾斜について全ての可能性を網羅できたわけではもちろん無い。また実際のホールは内装材など、形以外の要素による影響も大きい。音響的に成功しているコンサートホールを見ても反射板や拡散体についての研究の成果によるところが非常に大きい。しかし、本研究のように室形を決定する要素と室内音場の関係を一般化していくことは、諸々の条件をよりクリアに解くためにも、ホールの計画において非常に重要な問題であるだろう。

参考文献

日本建築学会 編：建築の音環境設計（1983 日本建築学会設計計画パンフレット）